釩對於水稻幼苗之影響

邱　再　發

一、緒　　言

關於植物必需要素除了基本的十種以外，錳、硼、鋅、銅、鉬等五種微量要素現在已經被列入於植物必需表[21]，近來由於栽培技術及化學分析的進步，微量要素對植物生理上的許多問題已漸漸被闡明出來。上述要素之外，釩、鈷、鎳、矽、砒、鉻、氟、碘、錫等許多要素[25]，雖然不是植物必需要素，但對於植物生理上的影響已有相當的研究，而將來可能有更詳細的報告出來。

關於釩 Vanadium對植物的影響據最近研究被認爲對植物有相當的效果，V.A. Krynkov[1] 報告對 1 公斤土壤施用 $V(NO_3)_3$ 0.042 克時，可阻止芥菜的生長，而施用極微量釩時，可刺戟燕麥的生長。H.G. Byers 分析 Pierre Loam 的表土報告 V_2O_5 含有量爲 470 p.p.m., 在此土壤生長的小麥含有 V_2O_5 爲 9p.p.m.。K. Scharrer & W. Schropp [3] 做水耕栽培試驗報告，1~10mg/L 釩對小麥發芽無影響甚至於 100mg/L 時亦對其生長無影響，但在同一濃度，豌豆不能發芽，而 1mg/L 釩對豌豆已經呈有害作用，對玉蜀黍試驗時釩施用的增加，漸漸阻止其生長，施用微少的釩時也阻止玉蜀黍根的生長。K.A. Dmitriev [1] 報告在灰化土施用釩時甜三葉草不受其影響。P. Maze[5] 做水耕栽培報告，施用釩對玉蜀黍有少許效果。S. Gericke & E.V. Rennenkanpff [6] 報告，在砂耕栽培試驗，用 VCl_3 時釩 0.01% 對大麥有害，但用 NH_4VO_3 時却有效果，在水耕栽培試驗，用 Ca $(VO_3)_2$ 時釩 1mg 比釩 0.1mg 結果良好，而 2mg 時根部生長更增加，但 10mg 時根部、芽部均受害。兩氏 [7] 再做水耕試驗及幼苗試驗時報告，釩到一定濃度時對植物生長有刺戟效果，但超過此濃度時就呈現有害作用，在同濃度的釩，陰離子的釩比陽離子的釩效果大，並且報告 Basic Slag 中平均有 0.5% 的 Ca $(VO_3)_2$ 含量。

當然釩對植物的生理機能還未十分明瞭而其試驗結果亦多不一致，其他微量要素對水稻影響的報告雖有許多(8,9,10,11,12,13,14,15,16,17)，但釩對水稻影響的報告却很少，瀧各、佐伯 [18,19] 報告釩對水稻除有刺戟作用之外並促進 Azotobabter 的氮固定作用，認爲有間接的效果，但此問題有許多疑問，尚待研究。

本實驗的目的爲闡明施用釩於秧田時，如何影響水稻幼苗之生育，及插秧後對水稻生育及收量之影響。

當舉行本研究時，蒙受恩師農學博士徐水泉教授指導及梁鉅榮教授校正，著者尤深銘感，附此誌謝。

二、實　　驗

盆栽實驗分爲二部：(1)釩要素施用秧田之後，播種，研究幼苗生育實況，檢討水稻幼苗生育之效果；(2)插秧本田（不施用釩要素）後研究水稻生長及收穫實況，檢討對水稻生育及收量之效果。

(一) 秧田試驗

1) 土壤：臺灣大學附近第三紀砂岩頁岩風化後冲積之粘壤土， pH 6.3，每盆盛土壤 5 kg，加釩要素外不加肥料。

2) 播種：蓬萊水稻種臺中 65 號浸水二天後播種。

3) 日期：第一期作 1949 年 2 月 10 日播種，同年 3 月 15 日挿秧。

第二期作 1949 年 7 月 13 日播種，同年 7 月 30 日挿秧。

挿秧時收其全部幼苗，小部分供爲本田試驗之外其他水洗，調查其生育，而風乾供爲分析之用。

4) 釩要素施用量：施用 NH_4VO_3, 1～1000 p.p.m. V_2O_3 之範圍，分爲 14 區，其區別用量及算出其濃度如第 1 表。

第 1 表 釩要素施用量

區　別	V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_4	V_7
NH_4VO_3gm.	0	0.00641	0.03205	0.0641	0.1282	0.2564	0.3846	0.5128
V_2O_3 gm.	0	0.005	0.025	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
V_2O_3 p.p.m.	0	1	5	10	20	40	60	80

區　別	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}
NH_4VO_3gm.	0.6410	0.9615	1.2820	1.9230	3.2051	4.4871	6.4102
V_2O_3 gm.	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	3.5	5.0
V_2O_3 p.p.m.	100	150	200	300	500	700	1000

5) 管理：盆放置於玻璃室內，經常注意灌水（釩要素施用之後 V_8 區到 V_{14} 區之土壤溶液變棕黃色）。

Ⅰ. 生育調查

播種至挿秧，第一期作時調查株高二次，第二期作時調查株高四次，結果如下表：

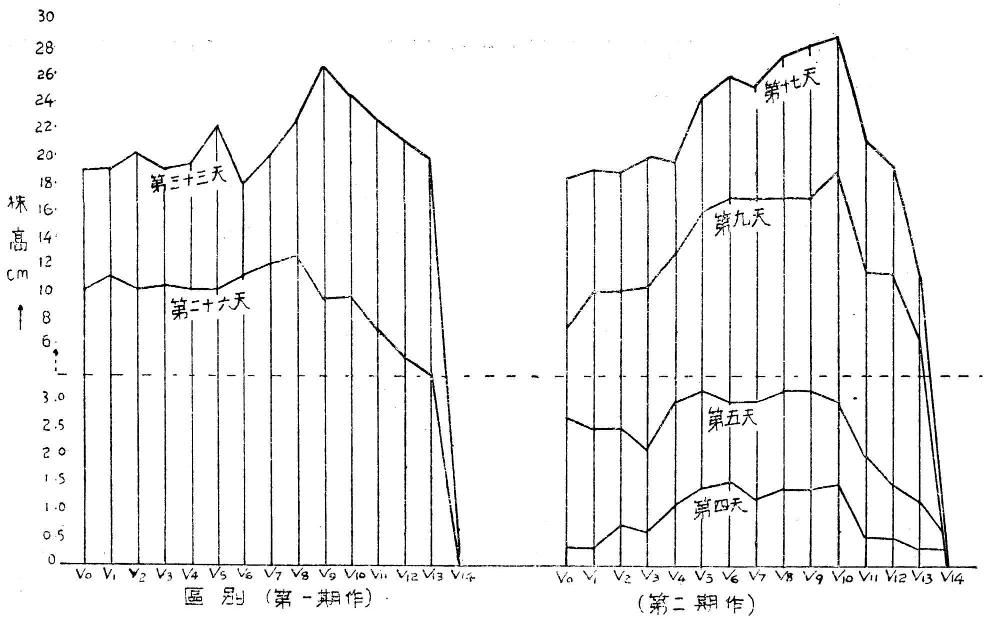
第 2 表 第一期作水稻苗株高調查

區　名	V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}
葉長 cm. (26天後 3 月 8 日)	10.1	11.2	10.1	10.3	10.1	10.1	11.5	12.1	12.7	9.6	9.6	7.4	5.2	3.8	枯死
葉長 cm. (33天後 3月15日)	19.0	19.1	20.2	19.0	19.3	22.2	18.0	20.0	22.5	26.7	24.7	22.7	22.2	20.0	〃

第 3 表 第 2 期作水稻苗株高調查

區 別		V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_6	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}
葉長 cm.	(4天後7月17日)	0.3	0.3	0.7	0.6	1.1	1.4	1.5	1.2	1.4	1.4	1.5	0.5	0.5	0.3	0.3
	(5天後7月18日)	2.7	2.5	2.5	2.2	3.0	3.2	3.0	3.0	3.2	3.2	3.0	2.0	1.5	1,2	0.5
	(9天後7月22日)	7.5	10.0	10.2	10.3	13.0	16.0	17.0	17.0	17.0	17.0	19.0	12.0	12.0	7.2	枯死
	(17天後7月30日)	18.5	18.9	18.8	19.8	19.6	24.2	25.8	25.1	27.5	28.2	28.9	21.5	19.6	11.6	〃

圖 1 第 1 期作及第 2 期作水稻苗株高比較



如第 2 表第 3 表及圖 1 一般而言，釩施用區比無施用區（即 V_0 區）株高均較優，從最後的株高來看，第一期作最高是 V_9 區 (即 V_2O_3 150p.p.m.)，第二期作最高是 V_{10} 區 (即 V_2O_3 200p.p.m.)，兩期都在 V_5 區至 V_{11} 區中間，株高比 V_0 區的高。從 V_{12} 區開始，株高漸漸變低，V_{13} 區少微表現釩的毒害作用，而 V_{14} 區毒害最大，結果全部幼苗枯死，總之，釩之施用比無施用對於水稻幼苗株高影響良好，但過剩之施用却生有害作用。第一期作 3 月 15 日，第2期作 7 月 30 日，收其全部水稻苗，水洗之後，調查下列項目，探討釩的影響。

第 4 表 第 1 期作水稻苗生育狀態調查

區 名	株 數	生體重量 gm.	風乾重量 gm.	風乾1株重量 (平均) gm.	株 高* cm.	根 長* cm.	根 數*
V_0	71	13.0	1.8	0.0253	19.0	7.1	6.1
V_1	265	36.2	8.2	0.0310	19.1	9.9	6.4
V_2	278	35.2	9.55	0.0343	20.2	11.3	6.0

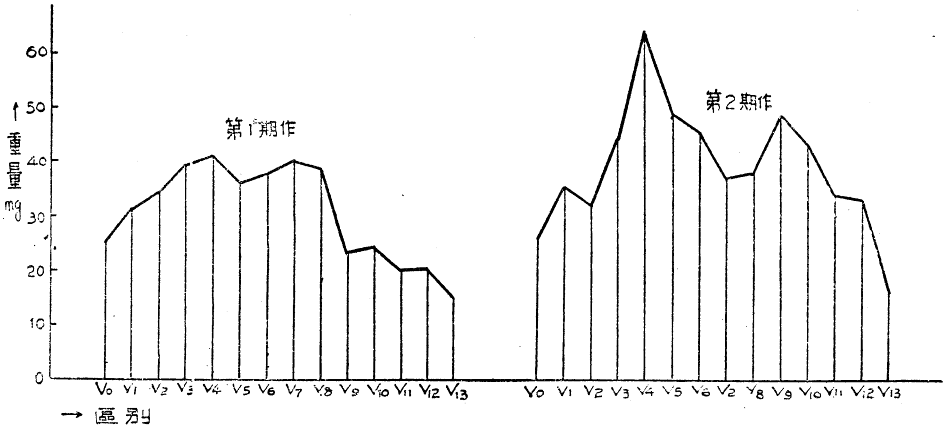
區 名	株 數	鮮體重量 gm.	風乾重量 gm.	風乾1株重量(平均) gm.	株 高*	根 長*	根 數*
V_3	300	38.8	11.9	0.0397	19.0	8.3	6.0
V_4	321	41.2	13.35	0.0415	19.3	8.6	6.9
V_5	305	38.7	11.15	0.0365	22.2	9.2	6.3
V_6	284	35.2	11.0	0.0380	18.0	9.4	8.6
V_7	263	34.5	10.7	0.0407	20.0	11.4	8.0
V_8	248	39.0	9.7	0.0391	22.5	8.2	6.9
V_9	169	26.7	4.0	0.0236	26.7	9.8	7.1
V_{10}	225	36.0	5.5	0.0244	24.7	8.3	6.6
V_{11}	185	29.2	3.7	0.0200	22.7	8.6	5.6
V_{12}	133	20.2	2.7	0.0203	22.2	8.0	4.6
V_{13}	68	8.3	1.05	0.0150	20.0	5.5	4.0

第 5 表　第 2 期水稻苗生育狀態調査

區 名	株 數	鮮體重量 gm.	風乾重量 gm.	風乾1株重量(平均) gm.	株 高* cm.	根 長* cm.	根 數*
V_0	71	13.0	1.8	0.0253	18.5	6.7	7.1
V_1	127	24.5	4.5	0.0354	18.9	7.1	9.0
V_2	158	26.0	5.1	0.0322	18.8	8.1	9.2
V_3	112	24.0	5.0	0.0446	19.8	7.5	8.6
V_4	134	32.0	8.6	0.0641	19.6	9.0	9.2
V_5	132	27.0	6.5	0.0492	24.2	7.8	9.4
V_6	117	28.0	5.4	0.0461	25.8	9.0	9.4
V_7	171	39.0	6.4	0.0374	15.1	8.3	7.2
V_8	147	32.0	5.6	0.0380	27.5	7.5	11.8
V_9	103	28.0	5.1	0.0495	28.2	7.3	9.8
V_{10}	116	27.0	5.1	0.0439	28.9	8.9	10.6
V_{11}	69	14.0	2.4	0.0347	21.5	6.8	9.6
V_{12}	103	10.3	3.4	0.0330	19.6	6.6	8.6
V_{13}	30	3.0	0.5	2.0160	11.6	3.5	5.0

(*株高、根長、根數是 10 枝平均値)

圖 2 水稻苗每株風乾重量比較



據上表的結果，釩施用對重量、根長、根數都有良好的影響，如以水稻苗每株風乾重量來比較，兩期都是 V_4 區 (V_2O_5 20p.p.m.) 最優，但第一期作是 V_1 區至 V_8 區比無施用區即 V_0 區良好，而第二期是 V_1 區至 V_{12} 區比 V_0 區良好，根長、根數也是釩施用區比無施用良好。一般而言，釩施用對水稻苗生育狀態有良好影響，但過剩之施用則反之。

II. 土壤 pH

收了幼苗之後之土壤，用銻電極測定其 pH

第 6 表　苗床土壤 pH

區　名	V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}
pH 第一期作	5.8	5.7	6.0	5.8	5.8	5.6	5.8	5.7	5.6	5.6	5.7	5.6	5.5	5.4	5.6
pH 第二期作	5.9	5.7	6.0	5.7	6.0	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	5.8	5.8	5.6	5.4	5.5

土壤 pH 變化小，釩施用多量時土壤 pH 少微變低，但一般而言，因釩施用所變化的土壤 pH 對於幼苗生育並無影響。

III. 炭含量

風乾水稻苗在乾燥器 110°C 乾燥之後用濕式氧化分解法定量其炭，對於熱乾物含量 (%) 如下表，此幼苗無切斷，約 0.5g (約十數株) 作為分析之用，所以下表表示根莖葉全部平均含量，只對第二期水稻做分析。

第 7 表　第二期作水稻苗炭含量

區名	V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}
C %	35.32	35.23	36.85	34.02	34.48	36.75	35.88	34.36	35.86	37.31	38.78	35.39	38.77	38.29

炭含量對於釩施用，其差異均較少，微有增加，但其程度與施用量多寡並無平行關係，所以不能認出釩施用對於炭含量的影響。

IV. 氮含量

如炭分析同樣處理的水稻苗（第二期）用 Gunning 氏法定量其氮，結果如下。

第 8 表　第二期作水稻苗氮含量

區名	V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}
N %	1.34	1.45	1.57	1.67	1.82	2.03	2.01	1.92	2.26	2.63	3.05	3.01	3.22	3.12

氮含量均在最高 V_{12} 區 3.22% 與最低 V_0 區 1.34% 之間，釩施用區氮含量均高，其程度與施用量有平行關係，但所施用的釩是用 NH_4VO_3 形態，所以氮含量增加也可能為吸 NH_4 的影響所致。

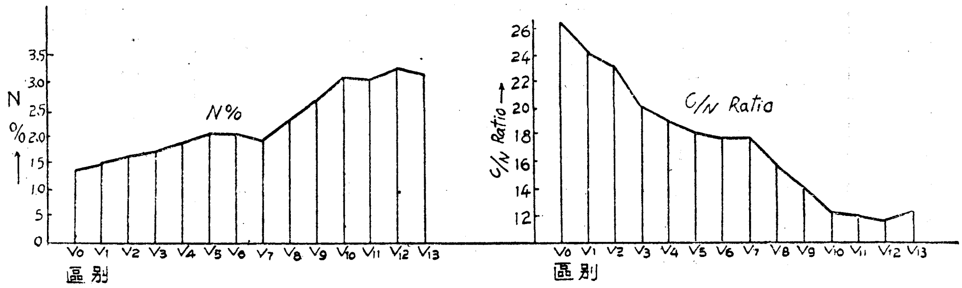
V. 炭氮比率

據第 7 及第 8 表算 C/N Ratio 其結果如下。

第 9 表　第二期作水稻苗炭氮比率

區 名	V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}
C/N Ratio	26.35	24.29	23.47	20.37	18.94	18.10	17.85	17.89	15.86	14.18	12.71	12.20	11.67	12.27

圖 3　水稻苗氮含量及炭氮比較



炭含量各區均無多大差異，反之，氮含量有規則的增加，所以 C/N Ratio 受 N 含量的影響，有規則的減少，均在 24.29～11.67 之間，因氮含量極高，所以水稻苗之 C/N Ratio 均甚低。

（二）本田試驗

在秧田試驗所得的水稻幼苗即施用釩要素所刺戟的水稻幼苗，移插於瓷盆中進行土耕栽培，調査對後來的生長狀況及收穫量之影響。

1) 土壤：同秧田試驗，秧田時 13 區之外，V_0 區再分爲無肥料區及標準區，各區均二重複，即處理 15 區全部 30 盆。

2) 肥料：除無肥 2 盆之外，其他 28 盆均加如下三要素肥料，但不再加釩要素，各盆插秧 5 枝

硫 酸 錏 (20%) 2g ……………N 0.4g

過磷酸鈣 (19.5%) 1.538g………P_2O_5 0.3g

硫 酸 鉀 (54%) 0.55g…………K_2O 0.3g

3) 日期：第一期作　1949年　3 月 15 日插秧　7 月 14 日收穫

第二期作　1949年　7 月 30 日插秧 11 月 30 日收穫

4) 管理：盆放置於玻璃室內，注意灌水及鼠害。

I. 生育調査

第 10 表　第一期作水稻生育調査

日期 / 區別	5月2日		5月20日		6月4日		7月14日	
	挿秧後48天		挿秧後66天		挿秧後81天		挿秧後121天（收穫日）	
	株高 cm.	分蘖數	株高 cm.	分蘖數	株高 cm.	分蘖數	株高 cm.	分蘖數
無肥	46	4.5	62	5.5	62	5.5	69	6.5
標準	66	14.0	88	21	91	20.5	105	15.5
V_1	62	9.5	89	19.5	93	18	101	15.5
V_2	62	10.5	87	19.5	90	19	100	14.5
V_3	61	10.5	88	18.5	91	17	99	13.5
V_4	71	12	88	19.5	97	19	99	13.5
V_5	70	9.5	89	17.5	93	18.5	93	14
V_6	63	13	87	19	89	18.5	99	14
V_7	67	14.5	89	19	93	19.5	99	16
V_8	64	12.5	83	22.5	89	21.5	96	15
V_9	70	11.5	85	15	86	15	95	12
V_{10}	66	11	85	19.5	92	20	102	15.5
V_{11}	71	12.5	90	15	94	16	99	14
V_{12}	68	11.5	88	17.5	92	17	99	12
V_{13}	67	12.5	82	18.5	92	18.5	93	15.5

第 11 表　第二期作水稻生育調査

日期 / 區別	8月17日		9月6日		9月26日		10月17日		11月30日	
	挿秧後18天		挿秧後39天		挿秧後59天		挿秧後80天		挿秧後123天（收穫日）	
	株高 cm.	分蘖數	株高 cm.	分蘖數	株高 cm.	分蘖數	株高 cm.	分蘖數	株高 cm.	分蘖數
無肥	36	5	67	7.5	78	7.5	85	7.5	89	7.5
標準	47	5	83	13	91	13	92	13	100	13
V_1	44	5	83	13.5	88	13.5	87	13.5	92	13.5
V_2	45	5	83	13	89	10	91	11	98	12.5
V_3	46	5	84	15.5	89	12	89	14	95	14.5
V_4	48	5	84	9.5	89	10	90	10	99	10
V_5	49	5	88	10.5	91	11	91	11	99	11
V_6	51	5	87	14	91	14	90	14	95	14
V_7	50	5	85	9.5	89	9.5	87	10	94	10
V_8	50	5	86	8.5	91	10	99	10	99	10
V_9	51	5	83	9.5	89	8	94	9	101	10.5
V_{10}	49	5	84	12.5	88	12	89	12.5	93	12.5
V_{11}	51	5	84	13	89	14.5	85	14.5	89	14.5
V_{12}	48	5	84	13.5	89	12.5	90	12.5	88	12.5
V_{13}	51	5	83	13	90	14	89	15	92	1.5

生育調查之結果如第 10 表及第 11 表，各區數值是二盆平均，株高是 10 株的平均值，據其結果，雖然釩要素對幼苗的刺戟很明顯，但挿秧之後其效果已經消失了，生育期中無肥區生長比較慢，標準區及要素區同樣增加株高，收穫時各區株高差異均少，可以表示幼苗所受刺激對後來之生育無影響。分蘖數無肥區是 6.5 枝及 7.5 枝，其他區在 10~15.5 枝之間，各區均無法分辨釩要素之影響，總之，水稻幼苗所受釩要素刺激對於其後生育期間的葉長、分蘖的影響均無表現。

II. 出穗期

據第二期作水稻觀察其出穗期，出穗最早是 9 月 27 日開始，最遲是 10 月 11 日，因要明瞭對於出穗期之影響，算出「平均出穗期」[8] 而比較之，其算法如次：

假設出穗開始日 9 月 27 日，此天到各出穗日天數設 $a_1 a_2 \cdots\cdots$ 各天出穗數設 $n_1\ n_2 \cdots\cdots$ 時，可得 $a_1 n_1 + a_2 n_2 + \cdots\cdots = S$ 而設 $n_1 + n_2 + \cdots\cdots = N$ 時，S/N-1 天加於 9 月 27 日是等於平均出穗日。

第 12 表　出穗開始日

區　別	無肥	標準	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}
日/月	5/X	27/IX	2/X	1/X	7/X	1/X	5/X	5/X	7/X	11/X	5/X	2/X	2/X	2/X	5/X

第 13 表　平均出穗日

區　別	無肥	標準	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}
平均出穗日 日/月	13/X	10/X	10/X	12/X	12/X	10/X	11/X	11/X	15/X	11/X	17/X	6/X	8/X	6/X	8/X

如第 13 表平均出穗日，標準區 10 月 10 日，無肥區 10 月 13 日，要素較慢，V_7 及 V_9 區最遲，相差 7 天，但從 V_{10} 區以後變早，由結果幼苗時代吸收若干釩要素有延遲出穗期之趨向，反之，吸收多量時使出穗日提早，但未能確定之。

III. 收穫物調查

第 14 表　第一期作收穫物調查

區別＼項目	穗　數	穗　長 cm.	籾生重量 gm.	籾乾燥重量 gm.	結實籾粒數	藁根鮮重量 gm.	藁根乾燥重量 gm.
無　肥	2.5	1.35	4.4	3.8	131	17.0	9.3
標　準	14	1.36	25.5	22.0	915	77.5	39.0
V_1	14	1.31	25.7	21.7	812	79.5	44.3
V_2	12.5	1.44	24.3	20.5	807	81.5	43.3
V_3	12.5	1.47	24.0	19.9	787	87.5	41.5
V_4	12.5	1.42	25.8	21.8	857	80.0	44.5
V_5	14	1.34	27.3	22.8	909	83.0	42.1

區別＼項目	穗數	穗長 cm.	籾鮮重量 gm.	籾乾燥重量 gm.	結實籾粒數	藁根鮮重量 gm.	藁根乾燥重量 gm.
V_6	13	1.42	27.1	23.3	921	100.5	48.3
V_7	14.5	1.39	23.9	20.8	854	99.5	49.0
V_8	14.5	1.39	25.7	21.8	901	82.0	46.0
V_9	9.5	1.52	20.7	17.9	700	70.0	37.5
V_{10}	13.5	1.49	28.9	24.3	994	85.0	46.5
V_{11}	13	1.44	23.3	19.5	778	87.8	47.5
V_{12}	11.5	1.57	26.2	23.2	834	82.5	42.5
V_{13}	14.5	1.18	20.6	17.0	686	91.0	52.0

第 15 表　第二期作收穫物調査

區別＼項目	穗數	穗長 cm.	穗鮮重量 gm.	穗乾燥重量 gm.	籾乾燥重量 gm.	藁根鮮重量 gm.	藁根風乾重量 gm.	根長 gm.
無肥	6	13.5	6.4	5.2	4.9	51.5	23.5	26.5
標準	13	13.6	14.2	12.0	11.3	144.5	45.5	30.5
V_1	13.5	13.1	14.9	12.9	12.2	157	52.5	31.7
V_2	13	14.4	13.4	11.5	10.9	118	46.2	33.6
V_3	12.5	14.7	12.3	11.3	10.7	119	44.7	30.5
V_4	12	14.2	14.1	12.0	11.6	155	46.1	33.0
V_5	13.5	13.4	14.8	12.2	11.2	135	40.1	32.0
V_6	13	14.2	14.1	12.1	11.6	141	43.5	32.9
V_7	12.5	13.9	13.2	11.3	11.0	132	43.5	29.3
V_8	9.5	13.9	13.3	11.7	11.3	122	45.9	30.9
V_9	13	15.2	14.0	12.2	11.7	113	44.8	28.5
V_{10}	12	14.9	3.1	11.3	11.0	119	47.5	27.9
V_{11}	13	14.4	13.8	11.4	10.9	117	42.7	29.9
V_{12}	11.5	15.7	13.0	11.8	11.4	141	49.3	23.7
V_{13}	13	13.0	15.0	12.9	12.1	117	45.0	31.4

如上表無肥區除外，其他各區無多大差異，釩要素施用量與收量並無平行關係，釩要素對於收穫物似乎無影響。

Ⅳ. 土壤 pH

第二期作收穫後之土壤，用銻電極測定其 pH 如下：

第 16 表　土壤 pH

區名	試驗前	無肥	標準	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}
pH	6.3	6.0	5.9	6.0	5.9	5.8	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8	5.6	5.8	6.1	5.8	5.9

試驗後土壤 pH 比試驗前土壤 pH 略低，但其間變化傾向不定，差異亦少。

Ⅴ. 氮含量

第一期收穫物對其藁及根分析氮含量其結果如第 17 表，各區氮含量微有差異，但其傾向不定，看不出對氮吸收有影響，而第二期收穫物未經分析。

第17表 收穫物氮含量

區別		無肥區	標準	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}
氮含量 N%	藁部	0.91	0.93	0.99	0.88	0.78	0.84	0.71	0.64	0.81	0.68	0.79	0.77	0.69	0.77	0.76
	根部	0.76	0.83	0.64	0.75	0.95	0.88	0.90	0.85	0.60	0.81	0.95	0.81	0.96	0.85	0.67

三、檢　　　討

在秧田試驗 NH_4VO_3 對於水稻幼苗之影響很明顯，至 V_2O_3 500p.p.m. 確切有效果，尤其是對於葉長、根長、重量的效果很顯著，在150～200p.p.m.之間最好，但超過 500p.p.m. 以上就呈現毒害作用，到 1000p.p.m. 時就枯死。釩促進土壤微生物之氮固定作用有許多報告，但本試驗施用 NH_4VO_3 之 NH_4 之影響很大，故未能確定。

據 H. Bortels [20] 報告，$NaVO_3$ Sodium metavanadate 對於 Azotobacter Chrococcum土壤氮固定菌之發育有效果。又小西、拓植兩氏[21]報告VCl_4 Vanadium tetrachloride 及 $NaVO_3$ 對 Azotobacter 之發育及氮固定有促進作用，即此要素於 M/10,000～M/100,000 之濃度，對其生育效果最大，對於氮固定作用之效果雖不及鉬 Molybdenum ，但較對照區有5～10 倍氮固定量。澁谷、佐伯兩氏報告 [18,19] 釩對於水稻的影響是釩的直接刺激作用之外有間接效果，即釩刺激 Azotobacter 而促進其氮固定，本試驗之水稻幼苗有增加氮含量，所以表示土壤中氮含量增加，但所施用釩之形態是 NH_4VO_3，所以 NH_4 之影響很大，不能判明有無促進 Azotobacter Chrococcum 等土壤微生物之氮固定作用。據本實驗之結果，釩施用之有效範圍內之最高濃度是 500p.p.m.。

據澁谷、佐伯 [19], E.C. Ramirez [22] 及 W.E. Brenchley [23] 等之報告，釩有上述的間接效果以外對於植物生長有刺激作用，假如施用於秧田之效果，能與本田者相同，則經費及勞力均可節省，而貢獻於糧食增產亦大，爲要明瞭此效果做本田試驗，雖然秧田試驗效果顯著，但據本田試驗結果，觀察釩要素區與標準區之收穫物並無多大差異，在本田亦不能認出刺激作用之殘留，只平均出穗日少微有影響而已，可能釩對水稻有若干生理作用之影響，但本試驗未能確定。

四、摘　　　要

爲要明瞭微量要素釩對水稻之影響，在玻璃室舉行土耕盆栽試驗，結果如下：

1. 秧田試驗：施用 NH_4VO_3 於秧田，其水稻苗之株高、根長、重量均有增加，釩施用量與水稻苗之氮含量有平行關係，即無施用區是 1.34%, 施用區是在 1.45%～3.22%。
2. 釩對水稻的影響，以土壤中含 V_2O_3 150p.p.m. 最好，超過 500p.p.m. ，就呈現毒害作用，如到 1000p.p.m，即枯死。
3. 本田試驗：本田不加釩，只加氮、磷、鉀，據調査水稻生育及收量之結果，除無肥區之外，各區均無多大差異，此即表示幼苗時所吸收之釩對其後之生育及收量均無影響。

五、参 考 文 献

1. V.A. Krynkov: The Physiological influence of Thomas slag and its impurities vanadsum and arsenic on plants. Fertilizer and Crops 3, 625-35 (1931)
2. H.G. Byers: Selenium, vanadium, chromium and arsenic in soil. Ind. Eng. Chem. News Ed. 12, 122 (1934)
3. K. Scharrer &W. Schropp: The acton of vanadium upon cultivated Plants. Z. pflianzecernähr, Dünyung Bodenk. 37, 196-120 (1935)
4. K.A. Dmitriev: The effect of microelements in limed podzol soil on the development and the crop of red clover. pedology (1939)
5. P. Maze: Mineral nutrition of higher plants. Compt. Rend. Soc. Biol. 132 (1939)
6. S. Gerickc &E.V. Rennenkampff: Effect of the trace element vanacium on plant growth Prakt Bläter pflanzenban. pflanzenschutz. 17, 17-22 (1939)
7. S. Gericke & E.V. Rennenkampff: The effect of vanadium on plant growth Bodenkunde u. Pflanzenernähr 18, 305-15 (1940)
8. 德岡、緒岡： 熱農會誌 10. 27 (1938)
9. 德岡、魚： 日土肥雜誌 12, 211 (1939)
10. 德岡、徐水泉： 熱農會誌 10, 151 (1938)
11. 德岡、徐水泉： 熱農會誌 10, 9 (1938)
12. 德岡、緒岡： 熱農會誌 8, 211 (1936)
13 德岡、緒岡： 日土肥雜誌 10, 189 (1936)
14. 德岡、緒岡： 熱農會誌 8, 12 (1936)
15. 德岡、緒岡： 熱農會誌 9, 339 (1933)
16. 德岡、魚： 日土肥雜誌 14, 335 (1940)
17. 徐水泉： 微量元素對水稻苗床之影響 農業研究 3, 1-15 (1952)
13. 澁谷、佐伯： ヴナヂンの植物の生育に及ぼす影響（第一報） 熱農會誌 6, 24 (1934)
19. 澁谷、佐伯： ヴナヂンの植物の生育に及ぼす影響（第二報） 熱農會誌 6, 721 (1934)
20. H. Bortels: Molyblenum as a catalyst in the biological fixation of nitrogen Arch. Mikrobiol. I, 333 (1930)
21. 小西拓植： 土壤浸出液の無機成分がAzotobacterの生育に及ぼす影響について 日農化會誌 9. 129 (1933)
22. E.C. Ramirez: A study of vanadium and the action of vanadates in vegetables Abstract in An. Soc. Ruim. Argentina II, 145 (1924)
23. W.E. Brenchley: The action on the growth of crops of small percentages of certain metallic compounds when applied with ordinary artificial fertilizer. Jour. Agr. Sci. 22, 704 (1932)
24. T. Wallace: Trace elements in plant physiology, Chrouica Botanica Co. (1950)
25. Walter Stiles; Trace elements in plants and animals. Cambridge at the University Press (1951)

The Effect of Vanadium Application on the Paddy Rice

T. F. Chiu

Summary

The problem of the role of trace elements in the plant growth was remarkably noticed recently. Among many trace elements, vanadium is the interesting one though it has not been possible to prove that it is essential for normal plant growth. Some good effect of vanadium on plant growth was reported.

Pot soil culture experiments were carried out in the green house. There are two section of this experments being concerned:

1. The experiment of the growth of rice seedlings in the nursery with vanadium application.
2. The experiment on the growth of rice plants without vanadium application after transplantation from the nursery.

The results obtained are as follows:

1) The height, the root length and the weight of rice seedlings were increased by the application of ammonium vanadate on the nursery beds. The nitrogen contents of seedlings were generally incrersed in proportion to the amounts of vanadate applied. Thus it was found 1.34% in the untreated plot and 1.45-3.22% in the treated plot. Carbon contents of seedlings however show little difference.

The best result was obtained when V_2O_3 150 ppm was applied, but more than 500 ppm produred some toxic action to rice seedlings, and at 1000 ppm all rice seedlings were killed.

The pH values of all nursery beds of vanadium treatments do not differ much from one to another.

2) N P and K three fertilizers were added to the paddy rice after transplantation from the nursery, but vanadium was omitted. According to the investigation of the growth and the yields of rice plants, we found little difference among every plot.

These show that vanadium absorbed by younger rice seedlings does not influence the latter growth and yields of rice plants.